

## BAB II

### TINJAUAN UMUM

#### 2.1 Proses Bending (Penekukan)

Bending merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses bending merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat bending manual maupun menggunakan mesin bending. Adapun macam-macam dari proses pembendungan yaitu :

1. *Bending Ram*

Biasanya digunakan untuk membuat lengkungan besar untuk logam yang mudah bengkok. Dalam metode ini, plat atau pipa ditekan pada 2 poin eksternal dan ram mendorong pada besi pada poros tengah untuk menekuknya. Cara ini cenderung membentuk menjadi bentuk oval baik di bagian dalam dan luar lengkungan.

2. *Bending Rotary Draw*

Digunakan untuk membengkokkan besi sebagai pegangan tangan yang lebih keras. *Bending rotary draw* imbang menggunakan 2 cetakan, cetakan *bending stasioner* dan cetakan *bending* dengan diameter tetap untuk membentuk lengkungan. Cara ini digunakan apabila plat atau pipa yang akan *dibending* perlu memiliki hasil akhir yang baik dengan diameter konstan di seluruh panjang.

3. *Bending Mandrel*

Selain cetakan yang digunakan dalam *rotary bending*, yakni dengan cara menggunakan *support fleksibel* yang ikut bengkok dengan logam untuk memastikan *interior* logam tidak cacat.

4. *Bending Induksi Panas*

Proses ini menggunakan panas dari kumparan listrik untuk memanaskan area yang akan dibengkokkan, dan kemudian logam dibengkokkan dengan cetakan mirip dengan metode *rotary draw*. Logam segera didinginkan

dengan air setelah pembengkokan. Cara ini menghasilkan lengkungan yang lebih kuat dari metode *rotary draw*.

#### 5. *Bending Roll*

Digunakan ketika diperlukan lengkungan yang besar pada logam. Banyak digunakan untuk pekerjaan konstruksi. *Bending roll* menggunakan 3 roller yang disusun membentuk segi tiga pada satu poros untuk mendorong dan membengkokkan logam.

#### 6. *Bending Panas*

Sistem ini banyak digunakan dalam proses perbaikan, yaitu dengan cara logam dipanaskan didaerah penekukan sehingga menjadi lebih lunak.

Adapun proses bending yang bekerja pada rancang bangun alat ini, yakni mengadopsi teknik atau proses bending dengan cara *rotary* atau putaran yang terdapat pada mesin *bending* pipa. Kemudian jenis-jenis bending yang akan digunakan pada saat rancang bangun ini akan dijelaskan pada point berikutnya.

## 2.2 Mesin Bending Pipa

Sebagai alat bantu dalam proses pembendingan diperlukan sebuah sistem yang bekerja sehingga dapat diterapkan dengan baik. Adapun jenis-jenis mesin bending yakni terbagi menjadi 2 sebagian yaitu :

#### a. Mesin Bending Pipa Manual

Mesin ini menggunakan tenaga manusia yang di bantu oleh gagang/tuas penekan sehingga tidak menggunakan daya listrik apapun, murni menggunakan tenaga manusia. Kelebihan mesin ini adalah murah dan hemat biaya operasionalnya sedangkan kelemahannya hanya cocok untuk membending pipa dengan ketebalan yang tipis.

#### b. Mesin Bending Pipa Mekanikal

Mesin ini menggunakan tenaga motor listrik yang di bantu dengan gear box sebagai pengumpul tenaga. Kelebihan dari mesin ini adalah kecepatan tinggi dan tenaganya besar. Kekurangannya yaitu listrik yang digunakan lebih besar dan suaranya berisik serta tingkat kepresisiannya rendah.\

Dalam proses pembendingan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhinya diantara lain :

1. Diameter pipa

Proses bending akan mengakibatkan penarikan sisi luar dan pengkerutan pada sisi dalam diameter lengkungan.

2. Metode Bending

Prosedur atau metode yang tepat dalam proses pembendingan yang dilakukan sangat berpengaruh pada kualitas produk yang dihasilkan.

3. Ukuran Material

Material dengan ukuran besar apabila dilengkungkan dengan radius yang kecil akan mudah mengalami distorsi dibandingkan material dengan ukuran kecil dan radius bending yang besar.

4. Peralatan Pendukung

Peralatan yang digunakan meliputi pencekam dan stoper

5. Pelumasan diperlukan untuk mengurangi efek gesekan dan meningkatkan efisiensi proses pembendingan.

2.2.1 Komponen Alat Bending Manual

a. Roller

Roller adalah bagian yang terpenting dalam proses pembendingan, dimana roller berfungsi sebagaiudukan pipa agar pipa bisa terjepit oleh pencekam. Disini roller terdapat 2 bagian yaitu roller diameter 100 mm dan roller diameter 180 mm.

b. Pencekam

Pencekam berfungsi untuk menjepit pipa yang telah diletakkan di roller. Pencekam dibuat bisa naik turun sesuai roller yang digunakan.

c. Stoper

Stoper berfungsi sebagai pemberi ukuran yang telah disesuaikan dengan ukuran yang diinginkan.

d. Gagang Bending

Gagang bending berfungsi sebagai alat penggerak roller dengan menggunakan tenaga manusia.

### 2.3 Klasifikasi Pipa

Pipa baja umumnya tersedia dalam bentuk silinder namun tersedia juga dalam bentuk persegi, persegi panjang dan juga segitiga. Pipa baja digunakan dalam berbagai industri. Ketebalan dinding pipa baja bervariasi dari suatu aplikasi dengan aplikasi lainnya. Keuntungan dari pipa terletak pada prosesnya. Dibandingkan dengan beton, pipa yang jauh lebih ringan dan bermacam penggunaannya. Pipa dapat juga dipangkas dengan mudah menggunakan pemberat. Pipa baja memiliki kekuatan sangat tinggi. Ini adalah khusus digunakan dalam industri konstruksi dan tahan lama. Pipa-pipa berbentuk silinder digunakan sebagai jalur pipa untuk pasokan energi - minyak, gas, air dan cairan mudah terbakar lainnya. Bentuk persegi panjang atau persegi yang secara luas digunakan dalam struktural bangunan, penggunaannya seperti rak, trailer, dan umumnya untuk kerangka bangunan.

Secara umum pipa produksi pabrikan mempunyai 3 jenis bentuk ujung pipanya:

1. *Plain Ends* (PE) : yaitu ujung pipa yang dipotong persegi



Gambar 2.1 Plain ends

2. *Beveled Ends* (BE) : yaitu bentuk ujung pipanya dipotong membentuk bevel



Gambar 2.2 Beveled Ends

3. *Threaded Ends* (TE) : yaitu pipa yang dibuat mempunyai ulir pada ujungnya. disini jenis TE ada dua pilihan :

1. berulir kedua sisi (TBE : *Threaded Both Ends*) .
2. Hanya pada satu sisi (TOE : *Threaded One Ends*).



Gambar 2.3 Threaded Ends

### 2.3.1 Ukuran Diameter Pipa

Ukuran diameter pipa tercantum dalam tabel 2.1 yang telah disesuaikan Standar Nasional (SNI).

Tabel 2.1 Ukuran pipa hitam Bos Ex Bakrie

| No. | Size (Inch) | ODmax | IDmax | Tebal | Kg/m  |
|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 1   | ½           | 21,4  | 21    | 1,80  | 0,870 |
| 2   | ¾           | 26,9  | 26,4  | 1,80  | 1,114 |
| 3   | 1           | 33,8  | 33,2  | 1,80  | 1,420 |
| 4   | 1 ¼         | 42,5  | 41,9  | 1,80  | 1,807 |
| 5   | 1 ½         | 48,4  | 47,8  | 1,80  | 2,068 |
| 6   | 2           | 60,2  | 59,6  | 1,80  | 2,592 |

### 2.3.2 Sifat Mekanis

Pipa baja struktur pada umumnya dikelompokkan berdasarkan komposisi kimia, uji tarik, batas ulur

Tabel 2.2 Sifat mekanis pipa hitam Bos Ex Bakrie

| No. | Size (Inch) | ODmax | IDmax | Tebal | Kg/m  |
|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 1   | ½           | 21,4  | 21    | 1,80  | 0,870 |
| 2   | ¾           | 26,9  | 26,4  | 1,80  | 1,114 |
| 3   | 1           | 33,8  | 33,2  | 1,80  | 1,420 |
| 4   | 1 ¼         | 42,5  | 41,9  | 1,80  | 1,807 |
| 5   | 1 ½         | 48,4  | 47,8  | 1,80  | 2,068 |
| 6   | 2           | 60,2  | 59,6  | 1,80  | 2,592 |

#### Komposisi kimia

1. Fosfor (P) 0.06%
2. Belerang (S) 0.06%

### Sifat Mekanis

1. Kuat tarik (*Tensile Strength*) = 37 Kgf / mm<sup>2</sup>
2. Batas ulur (*Yield Strength*) = 21.1 Kgf / mm<sup>2</sup>
3. Renggang (*Elongation*) = 20% min
4. Tahan Tekanan Air (*Hydrostatic Test Pressure*) = 50 kgf/Cm<sup>2</sup>

*Hydrostatic Test dapat diganti dengan Ultrasonic Test atau*

*Eddy Current Examination*

PanjangPipa = 6m / batang

Toleransi

-Tebal = plus (+) tidak terbatas, min (-) 8%

-Panjang = +/- 2%

## 2.4 Jig and Fixture

Istilah *Jig and fixture* di industri mempunyai arti dan penggunaan yang berbeda-beda. Dalam industri pengolahan logam *Jig and Fixture* sering dikelompokkan sebagai salah satu alat bantu produksi. *Jig* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengarahkan sebuah atau lebih alat potong pada posisi yang sesuai dengan proses pengerjaan suatu produk. Dalam proses produksi, *Jig* sering digunakan pada proses pembentukan atau pemotongan baik berupa perlubangan maupun perluasan lubang. Alat bantu ini merupakan peralatan yang terikat secara tetap pada mesin utama. Alat bantu ini banyak digunakan pada pertukangan kayu, pembentukan logam, dan beberapa kerajinan lainnya yang membantu untuk mengontrol lokasi atau gerakan dari alat potong.

Sedangkan *fixture* adalah suatu alat bantu yang berfungsi untuk mengarahkan dan mencekam benda kerja dengan posisi yang tepat dan kuat. Alat ini banyak digunakan pada proses pengerjaan *milling*, *boring* dan biasanya terpasang pada meja mesin seperti ragum pada mesin *milling*, pencekam pada mesin bubut, pencekam pada mesin gergaji, dan pencekam

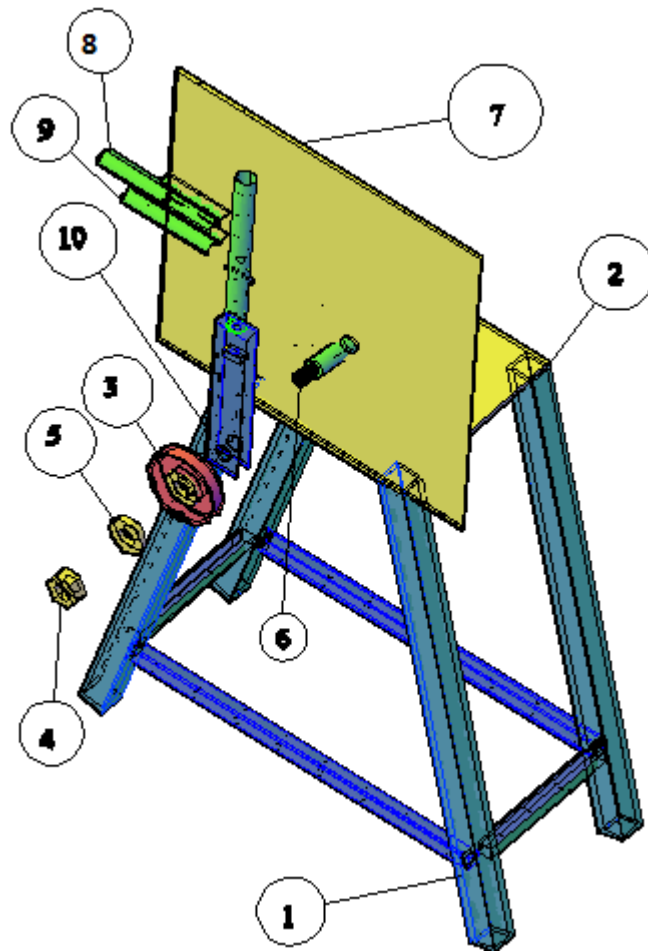
pada mesin gerinda. *Fixture* adalah elemen penting dari proses produksi pada masal seperti yang diperlukan dalam sebagian besar manufaktur otomatis untuk inspeksi dan operasi perakitan dengan tujuan menepatkan benda kerja ke posisi yang tepat yang diberikan oleh alat potong atau alat pengukur, atau terhadap komponen lain, seperti misalnya dalam perakitan atau pengelasan. Penempatan tersebut harus tepat dalam arti bahwa alat bantu ini harus mencekam dan memposisikan benda kerja di lokasi untuk dilakukan proses permesinan. Ada banyak standar cekam seperti rahang cekam, ragum mesin, *chuck bor*, *collets*, yang banyak digunakan dalam bengkel dan biasanya disimpan digudang untuk aplikasi umum. Tujuan penggunaan *Jig and Fixture* untuk meningkatkan efesiesi kerja dan mengoptimalkan penggunaan mesin. Adapun keuntungan penggunaan *Jig and Fixture* sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan ketepatan ukuran
- b. Untuk mendapatkan keseragaman ukuran
- c. Mempersingkat waktu penyetingan
- d. Mengurangi kebutuhan alat ukur
- e. Mempercepat proses pengerjaan
- f. Mengurangi kesalahan pada waktu pengerjaan
- g. Mengurangi beban kerja fisik operator

## **2.5 Alat Bending Kaki Kursi**

Alat bending kaki kursi adalah alat yang mempermudah kita dalam membengkokkan material pipa besi diameter  $\frac{3}{4}$  inch, dengan hanya mengandalkan tenaga manusia. Dengan adanya alat ini dapat mengefesiesi waktu dalam melakukan pembengkokan pipa dengan biaya yang murah.





Gambar 2.4 Alat bending Kaki Kursi

Keterangan gambar diatas :

1. *Frame*
2. Meja kerangka
3. *Roller*
4. Mur
5. *Bearing*
6. Poros *Roller*
7. Landasan kerja
8. *Stoper* 1 ukuran panjang pipa
9. *Stoper* 2 ukuran panjang pipa
10. Gagang Pembending

## 2.6 Rumus Perhitungan Pada Alat Bending Kaki Kursi

- a. Perhitungan bentangan pada pipa

Rumus :

$$L_t = L_1 + A_1 + L_2 + L_3 + A_2 + L_4 \dots\dots\dots(\text{Lit. 2 , hal 82})$$

$$\text{Panjang Busur A} = \frac{\alpha}{360} \times 2 \times \pi \times r$$

Dimana :

$L_t$  = Panjang Total

$L_1$ - $L_4$  = Panjang Bentangan

$A_1$ - $A_2$  = Diameter bending Pipa

- b. Tegangan Bengkok

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(\text{Lit. 3 , Hal 6})$$

Ket :

$M_b$  = Momen Bengkok (N/mm)

$W_b$  = Beban Bengkok (N/mm)

- c. Perhitungan permesinan

- Mesin Bubut

Putaran mesin :

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 73})$$

Ket :

$n$  = putaran mesin (rpm)

$V_c$  = kecepatan potong ( mm/menit)

D = diameter poros (mm)

Pemakanan memanjang :

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 73})$$

Ket :

T<sub>m</sub> = waktu pemakanan (menit)

L = panjang pemakanan (mm)

S<sub>r</sub> = kedalaman pemakanan (mm)

Pemakanan melintang :

$$T_m = \frac{r}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 74})$$

Ket :

r = jari-jari poros ( mm )

S<sub>r</sub> = kedalaman pemakanan (mm)

n = putaran mesin (rpm)

- Mesin Bor

Putaran mesin

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 55})$$

Ket :

n = putaran mesin (rpm)

V<sub>c</sub> = kecepatan potong ( mm/menit)

D = diameter mata bor (mm)

Waktu pengerjaan :

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 55})$$

Keterangan :

$T_m$  = waktu pemakanan (menit)

$L$  = kedalaman pemakanan

$$= l + 0,3 \cdot d$$

$l$  = tebal benda

$S_r$  = kedalaman pemakanan (mm)

- Mesin Shaping.....( Lit. 1 , hal 67)

$$\text{Waktu pemakanan maju ( } t_c \text{ )} = \frac{\text{panjang langkah}}{\text{kecepatan potong maju}} = \frac{L}{V_c \times 1000}$$

$$\text{Waktu mundur ( } t_r \text{ )} = \frac{\text{panjang langkah}}{\text{kecepatan potong mundur}} = \frac{L}{V_r \times 1000}$$

Banyak langkah kesamping (  $Z$  )

$Z$  = lebar benda kerja / pemakanan perlangkah =  $b/s$

$$\text{Waktu permesinan ( } t_m \text{ )} = b/s \left( \frac{L}{V_c \times 1000} + \frac{L}{V_r \times 1000} \right)$$